

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭60-80323

⑬ Int. Cl.<sup>4</sup>

H 04 B 1/04

識別記号

庁内整理番号

B-6538-5K

⑭ 公開 昭和60年(1985)5月8日

審査請求 有 発明の数 1 (全7頁)

⑮ 発明の名称 送信機の電力増幅部の同調制御方法

⑯ 特 願 昭58-188370

⑰ 出 願 昭58(1983)10月11日

⑱ 発 明 者	藤 倉 実	東京都新宿区西新宿2丁目3番2号 国際電信電話株式会社内
⑲ 発 明 者	小 谷 純 夫	東京都新宿区西新宿2丁目3番2号 国際電信電話株式会社内
⑳ 発 明 者	中 西 公 英	東京都西多摩郡羽村町神明台2-1-1 国際電気株式会社羽村工場内
㉑ 発 明 者	長 谷 川 義 晃	東京都西多摩郡羽村町神明台2-1-1 国際電気株式会社羽村工場内
㉒ 出 願 人	国際電信電話株式会社	東京都新宿区西新宿2丁目3番2号
㉓ 出 願 人	国際電気株式会社	東京都港区虎ノ門1丁目22番15号
㉔ 代 理 人	弁理士 大塚 学	外1名

明 細 書

1. 発明の名称

送信機の電力増幅部の同調制御方法

2. 特許請求の範囲

あらかじめプリセットされた複数チャネル周波数の一つを指定して該指定チャネルに自動的に同調の切替を行わせる無線通信用送信機の電力増幅部の同調制御方法において、アンテナ擬以抵抗を負荷として前記電力増幅部の各可変回路素子のプリセット位置および前記送信機の電力増幅部が安定に動作するための該可変素子の値の上限位置と下限位置を決定してそれぞれ対応する記憶装置内の記憶位置にチャネル毎に記憶させておくプリセット調整と、チャネル指定により負荷を前記擬以アンテナ抵抗から指定アンテナに切替えて前記記憶装置に記憶させた指定チャネルのプリセット値に各可変回路素子を自動的に合わせた後前記記憶装置に記憶させた安定動作領域の上、下限位置を

越えぬようにアンテナインピーダンスとアンテナ擬以抵抗との差を補正するための補正調整を行うことを特徴とする送信機の電力増幅部の同調制御方法。

3. 発明の詳細な説明

本発明は、無線通信用送信機、特にHF帯大電力送信機の電力増幅部出力回路の定数可変回路素子(以下可変素子と略記する)の整合同調を制御する方法に関するものである。

この種の送信機の最終段電力増幅部の出力回路は、一般に電力増幅管との同調、アンテナなどの負荷インピーダンスとの整合、不要波出力の抑圧等が要求されるため、低域共振回路としてアンテナに接続されるが、低域共振回路の回路素子にはその回路素子の値を送信機の選択された使用周波数範囲や選択使用されるアンテナによく適合するように設定するための可変素子を含めることが要求される。

第1図(A)および(B)は従来の送信機出力回路(低

域回路)の一例図であり、図中の $L_0$ は可変インダクタ、 $C_{10}$ 、 $C_{20}$ は真空可変コンデンサ、 $L$ は固定または可変インダクタ、 $C_1$ 、 $C_2$ は固定または半固定の真空コンデンサである。一般には使用周波数が指定されると、それに対応するアンテナを最初には負荷とせず、アンテナ擬以抵抗を出力回路の負荷とし、この負荷抵抗に最大出力を与えるように可変素子の値を調整する。次に、指定アンテナを接続して電波を発射するが、アンテナの入力インピーダンスはアンテナ擬以抵抗のような純抵抗とは限らないから整合のため可変素子の再調整を行う。この調整において、可変素子を出力回路の発振などの不安定領域までも変化させると、回路素子を破損することが多いことが知られている。

第2図はこの対策の1つを示したもので、この回路の可変素子は2つの並列コンデンサ $C_{10}$ と $C_{20}$ である。これらの可変コンデンサのそれぞれに小容量の真空可変コンデンサ $C_3$ を並列に接続し、与えられた負荷に対してまず大容量の $C_{10}$ および $C_{20}$ により整合を行い、微調整は各 $C_3$ によつて行うと

は $\pi$ 形回路の場合を例にとつて説明するが、本発明を実施した $\pi$ 形回路の可変素子は第1図(B)のように $C_{10}$ と $C_{20}$ のみで $C_3$ は使用しない。

本発明では、送信機から実際に電波を発射する以前に、出力回路負荷に擬以アンテナ抵抗を用いてあらかじめプリセット調整を行つておく。このプリセット調整では、可変素子 $C_{10}$ と $C_{20}$ をその全可変範囲に亘つて変化させて調整を行い、組込周波数における各可変素子の同調値を測定するとともに、各可変素子を同調値の前後に変化させた場合の送信機の安定動作領域を測定する。本発明に用いる調整および測定の手順については後に説明するが、一般にプリセット調整時には出力管の供給電源電圧を適当に下げおき、バイアス抵抗を入れて出力管が発振したときバイアスがかり安全なようにする。発振等の異状状態の有無はたとえばプレート電流の変化、たとえば電流の減少で検知し、調整操作時の可変素子の値の安全限界を定めておく。また、プリセット調整が終了すれば、送信機は実際に使用する運用操作に移すことがで

いう回路構成である。しかし、この回路では小容量コンデンサ $C_3$ の可変範囲が周波数に無関係に一定であるため、低い周波帯では容量の変化が過小な反面高い周波帯では変化量が過大で回路の不安定域に達することがあるという欠点がある。

本発明は、これらの問題を解決するために、常に安定領域内で可変素子の調整動作を実行し得る送信機の電力増幅部の同調制御方法を提供するものである。

以下本発明を詳細に説明する。

通常を送信機では組込み(プリセット)周波数として10周波数程度を組込み、できるだけ $S/N$ 比の高い無線伝送ができるように時間帯によつて使用する周波数を選択し切替えている。また、電力増幅管の出力回路には $\pi$ 形回路が使用されることが多く、特に大電力送信機には $\pi$ 形回路が適することが知られている。〔たとえば 師岡、石川； $\pi$ 形回路を使用した送信機負荷自動整合装置、国際通信の研究(国際電信電話会社発行)32号51頁 1962年6月参照〕従つて、以下の説明で

きる。運用時には選択されたチャネル周波数に対しプリセット調整にて得られた値に可変素子の位置を合わせ、次に負荷をアンテナに切換えてそのアンテナの入力インピーダンスに整合するように可変素子を再補正調整するのであるが、可変素子の可変範囲は先にプリセット調整時に設定した安定動作領域内に制限されるので整合用回路素子は保護される。

次に本発明方法をさらに具体的に説明する。

第3図は、出力回路の可変素子制御ループの構成例図である。可変素子として可変コンデンサ $C$ (または可変インダクタンス $L$ )を制御する場合の制御ループは、可変素子の値を変化させるように駆動し急停止が可能なモータ(M)2と、モータの出力軸と連動して可変素子の指示値が可変範囲内のどの値を示す位置にあるかを検出する位置検出器3と、位置検出器3よりの位置データ3aおよび制御信号1によりモータ2の駆動を制御する位置制御器4とによつて構成され、閉ループを形成して可変素子の値を制御する。本発明では上記の

ようにこの制御動作は2段階に行う。その1つはあらかじめプリセットしておくチャネル周波数が設定されたとき、負荷をアンテナ擬以抵抗として各チャネル周波数毎の設定同調位置に可変素子を駆動モータを後に説明する手動信号にて正逆回転させることにより変化させるプリセット調整動作であり、他の1つはこのプリセット値を実際のアンテナインピーダンスに整合させるために補正する操作で、これは運用動作と呼び、これも第5図で説明するように手動信号で行う。なお、第1図(b)のように、モータにて制御される $C_{10}$ 、 $C_{20}$ の如き2個の可変素子を使用する場合には、第3図の制御ループは2組必要である。

第4図は第3図中の位置制御器4の構成例図である。図中の位置制御器4には、図示のようにマイクロプロセッサ(CPU)5と、入力ポート7と、出力ポート8と、メモリ6、10と、位置データ表示器9が含まれる。このうち入力ポート7に入力する制御信号11~16は第3図の制御信号1に相当するデジタル信号であり、たとえば、送信機の

制御盤から与えられ、この入力ポート7からマイクロプロセッサ5を経て出力ポート8に送られモータ2を制御する。これらの制御信号は、後に説明する第5図のフロー図に従って入力ポートに入力するが、11は調整と運用の2モードのうちの一つの態様をとるモード信号、12はプリセット値メモリ要求信号、13と14はリミット値メモリ要求信号、15はチャネル切替信号、16は手動変化(UP/DOWN)信号の各入力ピンである。また、メモリ6はプリセット位置をプリセットチャネル毎に記憶するメモリで、メモリ10は可変素子の可変範囲の上、下制限データを記憶する可変範囲制限テーブルメモリである。なお、特にメモリ10は、入力データをメモリ内にテーブルとして持つので、テーブルメモリと呼んでいる。位置検出器3には、たとえばモータ2の回転角度従って可変コンデンサの位置情報を発生できる公知のロータリエンコーダが用いられる。

次に可変素子の(値の)設定方法を、第5図の可変素子の位置制御プログラムフロー図によつて

説明するが、説明の便宜上その前にチャネルの選定と可変素子の設定とを実際の例によつて示しておく。最初のプリセットあるいはプリセット周波数変更の場合には、調整担当者がプリセット調整を行い、可変素子のプリセット位置をメモリ6に、可変範囲の実際の限界値より内側の適当値を上、下の制限値として設定してテーブルメモリ10にそれぞれ記憶させる。実際の数値例で示すと、

a) プリセット周波数 CH1... 3 MHz、CH2... 4 MHz、CH3... 5 MHz、CH4... 6 MHz、CH5... 7 MHz、.....

b) 位置データ 位置検出に公知のロータリエンコーダを使用し、分解能を1/1000とする。

可変コンデンサは、変化範囲10~1000 pFの可変真空コンデンサであり、10 pFの位置を000に、また1000 pFの位置を999とし、構造上コンデンサ軸の50回転で10~1000 pF変化するものとするれば、 $360 \times 50 / 1000 = 18^\circ$ となるから、モータ2によつて可変コンデンサCの軸が18°回転すると、位置情報が1°変化するように設定さ

れる。なお、もし可変素子が0.1~10  $\mu$ Hの可変インダクタンスの場合ならば、0.1  $\mu$ Hの位置を000にし、10  $\mu$ Hの位置を999として10回転で0.1から10  $\mu$ Hまで変化するのであれば、 $360^\circ \times 10 / 1000 = 3.6^\circ$ となるから、モータ2によつて可変インダクタンスLが3.6°回転すると位置情報が1°変化することになる。

c) 安全変化範囲 上記のように位置情報000および999は可変素子の機械的可変域の両端であるため、可変素子駆動用歯車等の誤差によつてオーバーランしたとき可変素子を破損するおそれがある。従つて、位置情報20以下および980以上を安全回転領域外(過回転域)とし、これ以上回転しないように第5図のフロー図の説明で述べるプログラムでサポートする。以上のようによつて定められた例によつて、可変素子の設定方法を次に述べる。

なお、第6図は上記の例における周波数対同調位置の一例図、第7図はプリセットチャネル毎の前記のように定めた安定動作領域の一例図

で、斜線部分は不安定動作域を示している。

さて、第5図のフロー図において、まずステップ①、②で指定チャンネル(ここでは例として#1とする)を入力ポート7にチャンネル切替信号15を入力して設定し、#1チャンネルの指定周波数3MHzに対する整合調整を行う。プリセット調整の場合には、ステップ③でモード信号11を入力ポート7に送り込み動作モードを“調整”とすることにより、調整動作に進む。ステップ④では可変素子の最大変化可能範囲を0~999としたとき可変素子の実際の变化リミット範囲を20~980と設定する。次に、ステップ⑤~⑦でデータをメモリに書き込む。詳しく言えば、ステップ⑤ではまずチャンネル1のプリセット周波数において、送信機出力段の同調整合を行って可変素子の同調位置を決定する。この同調操作は、一般に入力ポート7に与える手動信号16によつて行いが、手動信号16はたとえば正負のレベル変化によるUP/DOWNの方向指示を行い、これに従つて位置検出器の出力が増加/減少する方向にモータ2に駆動信号を与えるという

のアドレスの記憶領域に記憶させ、また安定動作領域の測定を行つて上記のように設定した上限値と下限値を可変範囲制限テーブルメモリ10のチャンネル2の記憶領域に記憶させる。以下プリセットすべきチャンネル番号の順にステップ⑤においてすべてのプリセット周波数毎の調整を行い、チャンネル毎の記憶領域にプリセット位置データおよび可変範囲制限の上限と下限のデータを記憶させる。以上でプリセット動作が完了すれば、続いて運用動作に移ることができる。

運用動作では、入力ポート7へのモード信号11を動作モードとしかつプリセット時のアンテナ擬似抵抗を指定のアンテナに切替えて実際の電波発射を行う。ここではチャンネル1で電波発射を行う場合を例にとつて説明しよう。チャンネル切替信号15を入力ポート7に送り込むことによつて、チャンネル1を選択すると、フロー図のステップ②として先にプリセット調整によつてプリセット位置メモリ6に記憶させたチャンネル1のプリセット位置データを読み出し、位置検出器3の出力データと

方法が用いられ、たとえば負荷に最大出力を与える同調位置に可変素子を停止する。

上記同調位置は、プリセット値メモリ要求信号12を入力ポート7に与えることにより位置検出器3の出力デジタル信号3aとして入力ポート7から位置メモリ6のチャンネル1の記憶領域に記憶される。次に安定度試験を行い安定動作領域を設定する。送信機の運用時には、この安定領域以外には可変素子を変化できないように可変範囲にリミットを設けるため、安定動作領域の可変素子位置の上限値と下限値のそれぞれを位置検出器3から求め、これらの限界値より内側の値を設定限界値としてリミット値メモリ要求信号13および14を入力ポート7に入力させることによつて、可変範囲制限テーブルメモリ10のチャンネル1の記憶領域に記憶させる。このようにして、チャンネル1のプリセット値および2つのリミット値のメモリ6と10への書き込みが完了した後、チャンネル2に対する調整を行い、チャンネル1と同様に可変素子の同調位置データをプリセット位置メモリ6のチャンネル2

比較し、両者が一致するまで駆動モータ2に駆動信号4aを出力ポート8から出力し、一致点で可変素子Cの駆動を停止させる。

次に、フロー図のステップ③では、動作モードは上記信号11の入力によつて運用モードと判明しているから、ステップ④に進み、可変範囲制限テーブルメモリ10に記憶されているチャンネル1の可変範囲制限値データをマイクロプロセッサ5に読み出し、入力ポート7からマイクロプロセッサ5を経て出力ポート8に出力するモータ駆動信号を位置検出器3よりの位置信号と比較して、可変素子の位置を可変範囲制限値以内に停めるようにリミット値を設定する。運用モードでは、指定アンテナから電波発射を行うが、アンテナの入力インピーダンスは一般にアンテナ擬似抵抗のような純抵抗とは限らず気象条件によつても変化するので、この変化分に追従するためにステップ⑤~⑦でその日の状態に合わせて補正の調整を行う。それには手動信号16を入力ポート7に送り前記ステップ⑤の説明と同様UP/DOWNの方向指示による駆



動信号4aをモータ2に与えて可変素子を増減させ、たとえば送信機出力計を最大出力とするようにアンテナ整合を行う。このとき随つて不安定動作域まで可変素子を変化させて発振等を生じさせることがないように位置検出器3の出力を監視し、リミット値の位置に達すれば、マイクロプロセッサよりの駆動信号が断たれモータは自動的に急速停止される。これがステップ⑪と⑫である。

なお、第5図のステップ⑨の“手動要求は?”の右側“アリーナシに変化”は、正しい値に調整されたために手動要求が不要となつた場合であつて、ステップ⑫にとんでモータ停止を行う。

以上、本発明の方法について詳細に説明したが、一般に大電力送信機の電力増幅部に使用される可変素子は大電力容量を要求されるため部品1点当りの価格はかなりの高額である。従つて、これら高価な素子および電力増幅管を保護すると共にこれらの破損時の修復時間、たとえばスパーク発生により素子に付着したカーボンの剝離作業などを不要にした本発明の実用上の効果は大きい。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は従来の送信機の出力回路の構成例を示す回路図、第2図は別な出力回路の構成例を示す回路図、第3図は本発明に用いた出力回路の可変素子の制御ループ構成例図、第4図は本発明に用いる位置制御器の構成例を示すブロック図、第5図は本発明に用いる位置制御プログラムの一例を示す動作フロー図、第6図は本発明における出力回路の同調周波数対負荷位置特性図、第7図は本発明におけるチャネル毎の安定動作域特性図である。

C, C<sub>10</sub>, C<sub>20</sub> … 可変コンデンサ、

1 … 制御信号、 2 … モータ (M)、

3 … 位置検出器、 4 … 位置制御器、

5 … マイクロプロセッサ、 6 … プリセット位置メモリ、 7 … 入力ポート、 8 … 出力ポート、

9 … 位置データ表示器、 10 … 可変範囲制限テーブルメモリ、 11 … モード (調整/運用) 信号、 12 … プリセット値メモリ要求信号、

13, 14 … リミット値メモリ要求信号、

15 … チャネル切替信号、

16 … 手動 (UP/DOWN) 信号。

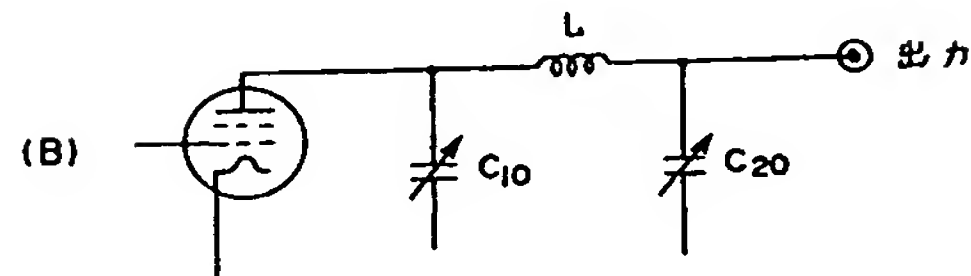
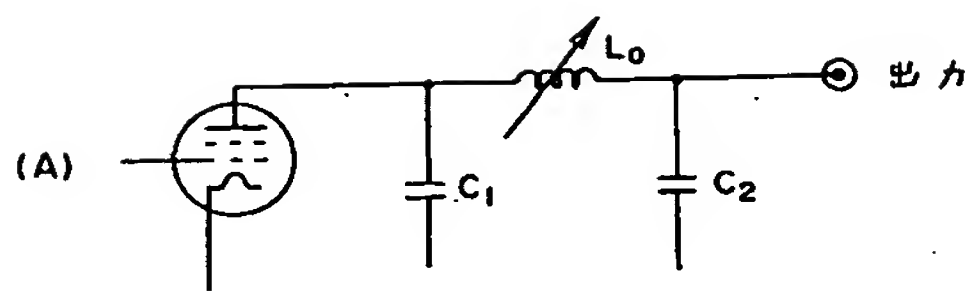
特許出願人 国際電信電話株式会社

同 国際電気株式会社

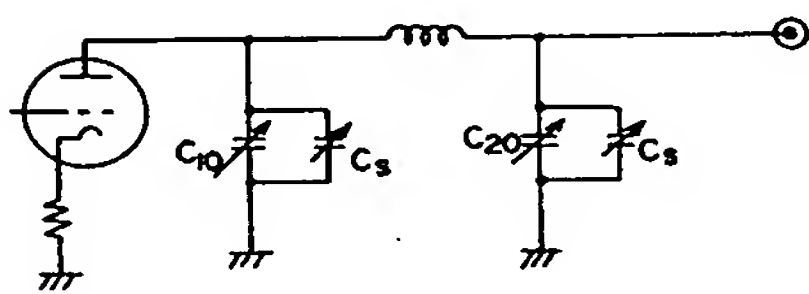
代理人 大 塚 学

同 白 水 常 雄

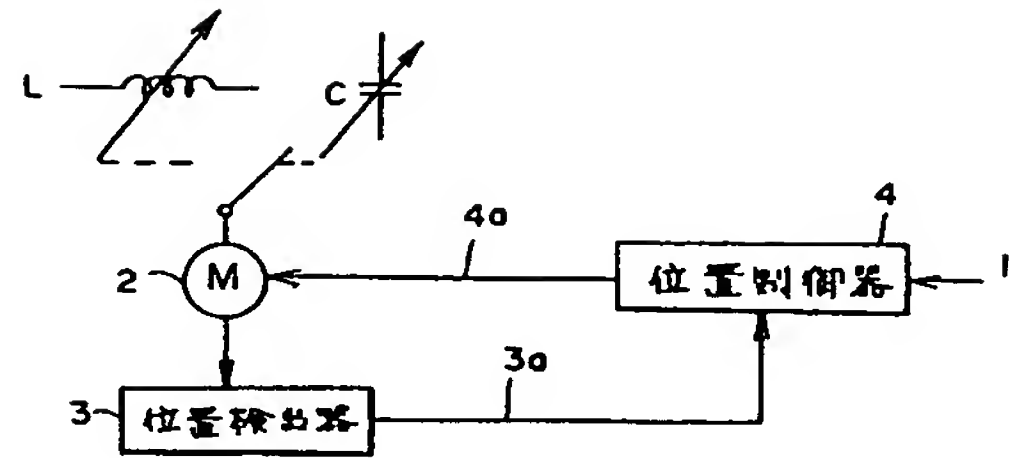
第 1 図



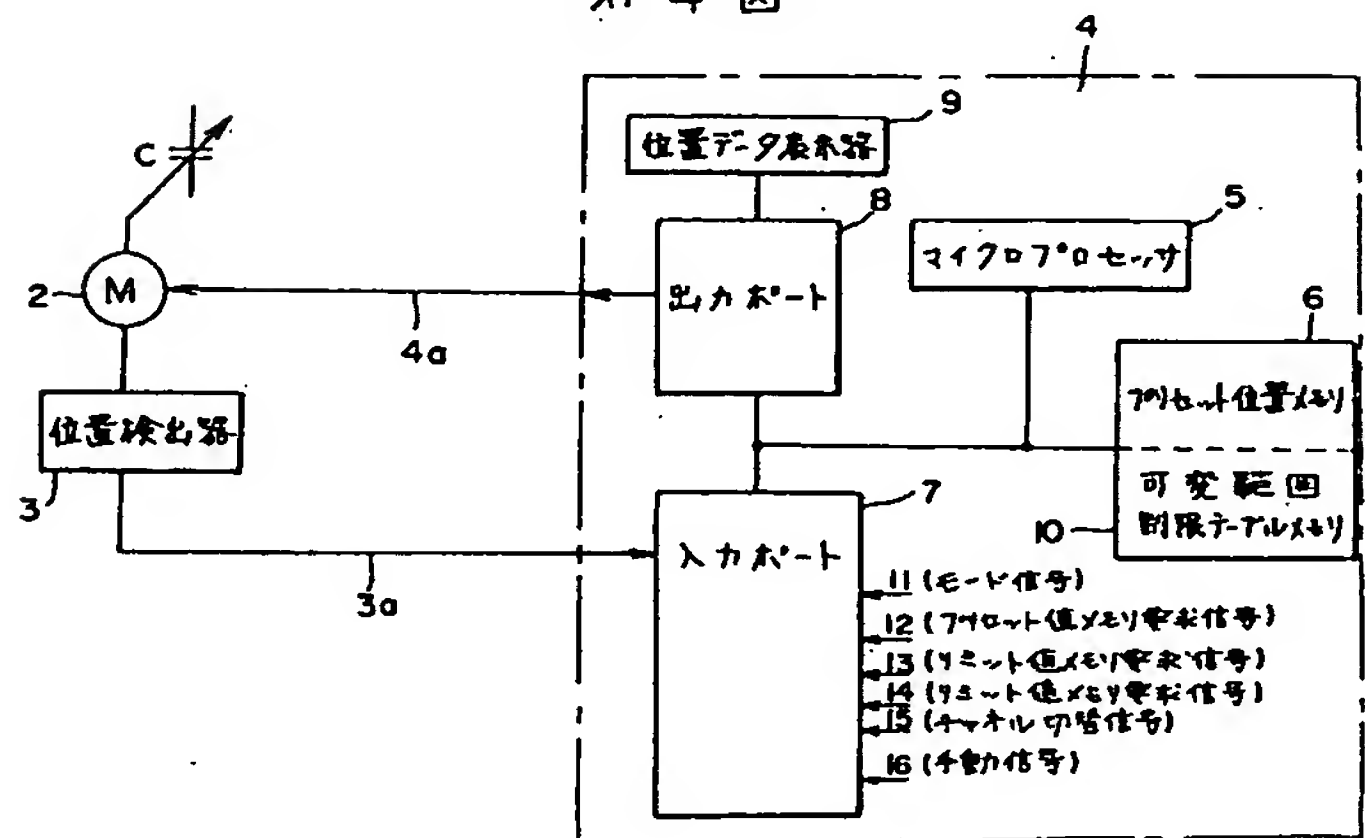
第 2 図



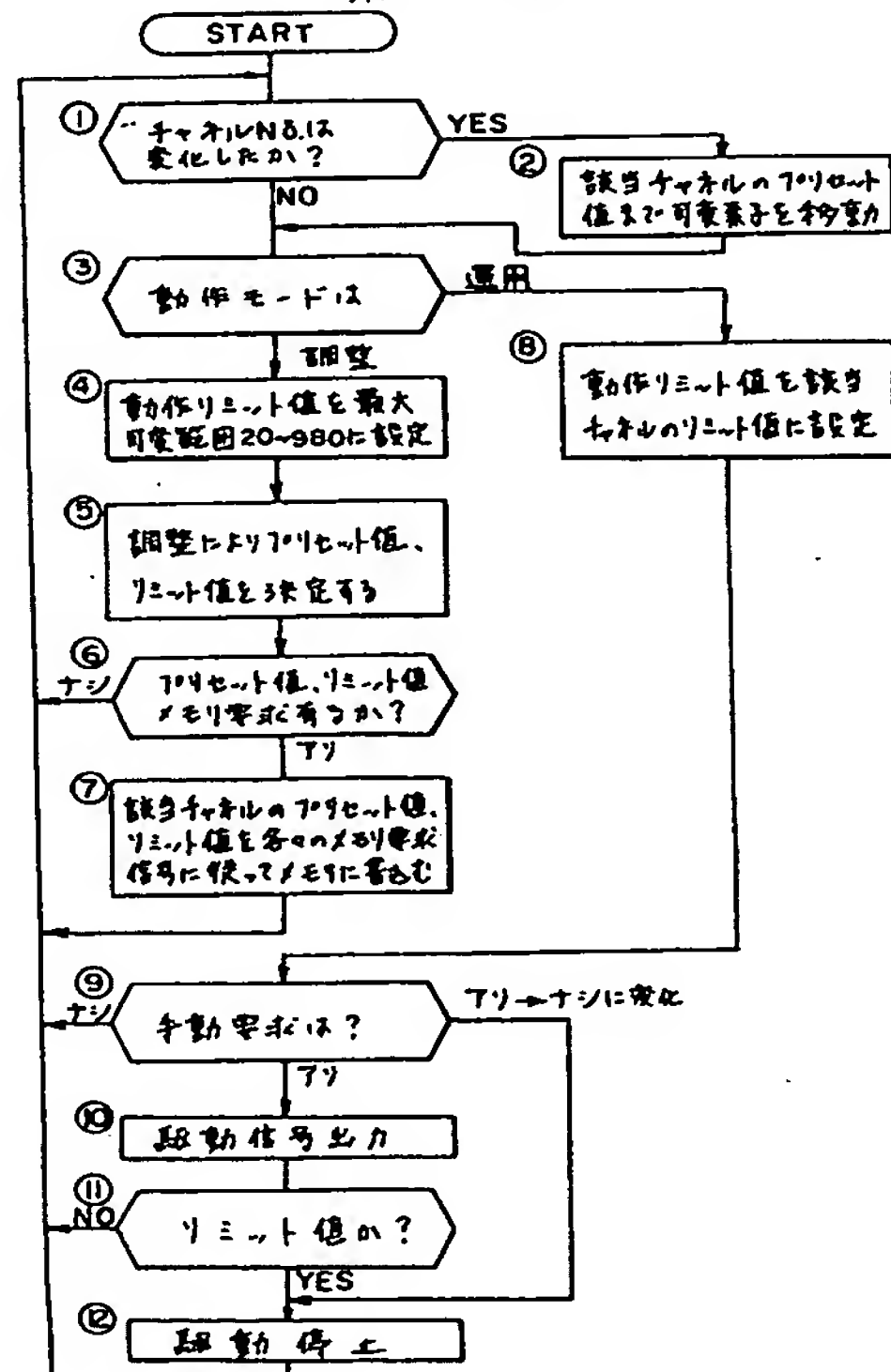
第 3 図



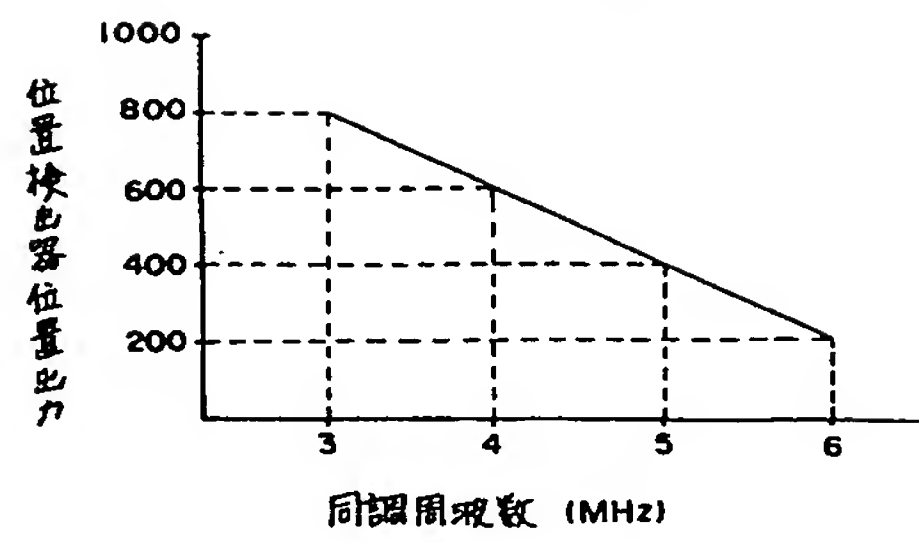
第 4 図



第 5 図



第 6 図



第 7 図

